



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 58 008 A 1**

⑥1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 05 D 3/06**

②1 Aktenzeichen: 101 58 008.8  
②2 Anmeldetag: 22. 11. 2001  
④3 Offenlegungstag: 5. 6. 2003

DE 101 58 008 A 1

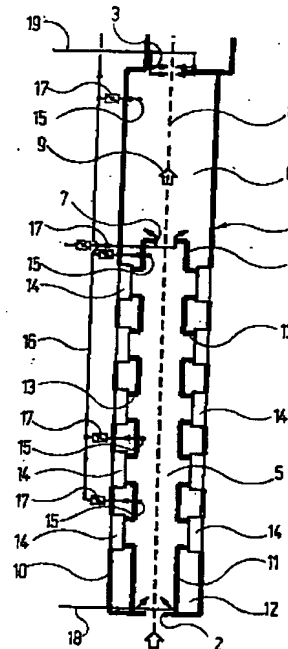
⑦1 Anmelder:  
EISENMANN Maschinenbau KG (Komplementär:  
Eisenmann-Stiftung), 71032 Böblingen, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
U. Ostertag und Kollegen, 70597 Stuttgart

⑦2 Erfinder:  
Link, Kersten, Dr., 71083 Herrenberg, DE; Dibon,  
Andreas, 72149 Neustetten, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen und/oder Vernetzen einer lösemittelhaltigen Beschichtung eines Metallbands

⑤7 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen und/oder Vernetzen einer lösemittelhaltigen Beschichtung eines Metallbands (8) beschrieben, bei dem das beschichtete Metallband (8) in an und für sich bekannte Weise durch eine Trockenvorrichtung geführt wird. In dieser wird es mit Infrarotstrahlung, insbesondere im Wellenlängenbereich zwischen etwa 0,8 µm und etwa 1,5 µm, beaufschlagt. Gleichzeitig wird in den Innenraum der Trockenvorrichtung ein Gas eingeleitet, dessen Temperatur über der Kondensationstemperatur des Lösemittels liegt. Im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren und Vorrichtungen dieser Art, die mit Induktionsspulen arbeiten, wird nicht das Basismaterial, also das Metallband (8), sondern primär die Beschichtung selbst erhitzt. Dies führt zu schnelleren Trocknungs- und Vernetzungszeiten sowie einem besseren thermischen Wirkungsgrad.



DE 101 58 008 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Trocknen und/oder Vernetzen einer lösemittelhaltigen Beschichtung eines Metallbands, bei dem das beschichtete Metallband durch eine Trockenvorrichtung geführt wird, in der es mit einer Energieform beaufschlagt wird, die sich in der Beschichtung und/oder dem Metallband in Wärme umsetzt, und in deren Innenraum ein Gas eingeleitet wird, dessen Temperatur über der Kondensationstemperatur des Lösemittels liegt;

sowie

eine Vorrichtung zum Trocknen und/oder Vernetzen einer lösemittelhaltigen Beschichtung eines Metallbands mit

- a) einem Gehäuse, durch welches das beschichtete Metallband von einer Einlaßöffnung zu einer Auslaßöffnung hindurchbewegt wird;
- b) mindestens einer im Innenraum des Gehäuses in der Nähe des Bewegungswegs des Metallbands angeordneten Quelle einer Energieform, die sich in der Beschichtung und/oder dem Metallband in Wärme umsetzt;
- c) einer Einrichtung, mit welcher Gas, dessen Temperatur über der Kondensationstemperatur des Lösemittels liegt, in den Innenraum des Gehäuses einführbar ist.

[0002] Beschichtete, insbesondere lackierte Metallbänder gewinnen in den verschiedensten industriellen Bereichen zunehmend an Bedeutung. Sie lassen sich kostengünstig herstellen, können zu Spulen aufgewickelt günstig gelagert, bei Bedarf für den gewünschten Einsatzzweck zugeschnitten und zu dem gewünschten Endprodukt weiterverarbeitet werden.

[0003] Früher war es üblich, die Trocknung der frisch lackierten Metallbänder mit Hilfe von Heißluft vorzunehmen, die gegen die Beschichtung des Metallbands gerichtet war. Dies hatte den Nachteil, daß die Beschichtung in der Nähe ihrer freien Oberfläche am heißesten war, daß dort also zuerst das Lösemittel ausgetrieben und die Vernetzung im Gang gesetzt wurde. Erst im Laufe der Zeit drang dann die Wärme auch in die inneren Bereiche der Beschichtung ein, so daß das Entweichen der dort freigesetzten Lösemittel durch die oberflächennahen, bereits im Vernetzungsprozeß befindlichen Bereiche der Beschichtung behindert war. Insgesamt dauerte der Trocken- und Vernetzungsprozeß verhältnismäßig lange Zeit, was sich in entsprechend langen Trockenöfen niederschlug.

[0004] Die geschilderten Nachteile lassen sich effizient mit Verfahren bzw. Vorrichtungen der eingangs genannten Art überwinden. Hier wird statt des körperlichen Wärmeträgers Heißluft, der die Wärme durch direkten Kontakt überträgt, eine Energieform eingesetzt, die sich erst direkt im beschichteten Metallband in Wärme umsetzt. Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind beispielsweise in der EP 0 744 222 B1 beschrieben. Die zur Trocknung und Vernetzung erforderliche Wärme wird hier mit Hilfe von Induktionsspulen, die in dem Metallband Wirbelströme hervorrufen, primär in dem Metallband erzeugt. Dieses erwärmt dann durch Wärmeleitung die Beschichtung von der Innenseite her nach außen. Dies hat den Vorteil, daß die heißesten Bereiche der Beschichtung innen liegen, der Trocknungs- und Vernetzungsvorgang also von innen nach außen fortschreitet, wodurch das Entweichen von Lösemittel nicht behindert wird. Nachteilig ist allerdings, daß das Metallband selbst zwangsläufig mit erhitzt werden muß, was energetisch ungünstig ist. Außerdem bleibt auch bei diesem Verfahren und dieser Vorrichtung der Nachteil erhal-

ten, daß die Wärme innerhalb der Beschichtung sich durch Wärmeleitung von einer Fläche, an der die Wärme zugeführt wird, bis zur gegenüberliegenden Fläche fortpflanzen muß, was eine gewisse Zeit erfordert.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart auszugestalten, daß es bzw. sie noch kürzere Trocknungs- und/oder Vernetzungszeiten erreicht und energetisch günstiger ist.

[0006] Diese Aufgabe wird, was das Verfahren angeht, dadurch gelöst, daß die Energieform Infrarotstrahlung ist.

[0007] Die Verwendung der Infrarotstrahlung hat den Vorteil, daß die Wärme durch Absorption der Infrarotstrahlung direkt in der Beschichtung entsteht und zwar in deren Volumen, also nicht nur in oberflächennahen Bereichen. An der Oberfläche des Metallbands selbst dagegen wird die Infrarotstrahlung im wesentlichen reflektiert, so daß eine direkte Erwärmung des Metallbands nicht erfolgt; es verbleibt bei einer nicht zu verhindernden Erwärmung des Metallbands durch Wärmeleitung von der Beschichtung her. All dies trägt dazu bei, daß die Zeit, die zum Trocknen und/oder Vernetzen der Beschichtung erforderlich ist, gegenüber der Verwendung von durch Induktion hervorgerufenen Wirbelströmen in dem Metallband sehr viel kürzer ist und daß gleichwohl erheblich Energie eingespart wird.

[0008] Vorzugsweise liegt die Wellenlänge der Infrarotstrahlung zwischen etwa 0,8 µm und 1,5 µm. Dies ist der Wellenlängenbereich, in dem gängige Lösemittel und gängige Beschichtungen günstige Absorptionsbanden für elektromagnetische Strahlung aufweisen. Die exakte Wellenlänge der verwendeten Strahlung wird so an das Absorptionsspektrum von Beschichtung und Lösemittel angepaßt, daß eine möglichst vollständige Absorption der Infrarotstrahlung in der Beschichtung stattfindet.

[0009] Die oben geschilderte Aufgabe wird, was die Vorrichtung angeht, dadurch gelöst, daß

- d) die Energiequelle zur Abgabe von Infrarotstrahlung ausgebildet ist.

[0010] Die hiermit erzielbaren Vorteile entsprechen sinngemäß den oben geschilderten Vorteilen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0011] Zweckmäßigerweise ist die Energiequelle zur Abgabe von Infrarotstrahlung mit einer Wellenlänge zwischen etwa 0,8 µm und etwa 1,5 µm ausgebildet. Erneut darf auf die obigen Angaben zu den Vorteilen verwiesen werden, die mit dem Einsatz dieses Wellenlängenbereichs verbunden sind.

[0012] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfaßt das Gehäuse einen Außenmantel und einen Innenmantel, wobei die Energiequelle in einer Nische des Innenmantels angeordnet ist. Der Zwischenraum zwischen Außenmantel und Innenmantel kann dabei zu Isolations- oder Kühlzwecken verwendet werden. Die Anordnung der Energiequelle in einer Nische des Innenmantels, also letztendlich in einer Unterbrechung des Zwischenraums zwischen Außenmantel und Innenmantel, ermöglicht die Ausbildung eines durchgängigen Trockentunnels innerhalb des Gehäuses.

[0013] Besonders bevorzugt ist, wenn beidseits des Bewegungswegs des Metallbands mindestens eine Energiequelle angeordnet ist. In diesem Fall werden also beide Seiten des Metallbands bei einem einzigen Durchgang durch die Trockenvorrichtung getrocknet und/oder vernetzt.

[0014] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert; die einzige Figur zeigt schematisch einen horizontalen Schnitt durch

eine Trockenvorrichtung für beschichtete Metallbänder.

[0015] Die dargestellte Trockenvorrichtung weist ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnetes Gehäuse auf, das an seiner in der Zeichnung unteren Stirnseite eine Einlaßöffnung 2 und an seiner in der Zeichnung oberen Stirnseite eine Auslaßöffnung 3 besitzt. Eine Zwischenwand 4 innerhalb des Gehäuses 1 trennt dessen Innenraum in eine der Einlaßöffnung 2 benachbarte Trockenzone 5 und eine der Auslaßöffnung 3 benachbarte Abdunstzone 6. Die Zwischenwand 4 weist eine Durchlaßöffnung 7 auf.

[0016] Durch die gesamte Trockenvorrichtung wird in der Zeichnung von unten nach oben durch die Einlaßöffnung 2, die Durchlaßöffnung 7 der Zwischenwand 4 und die Auslaßöffnung 3 ein frisch beschichtetes, z. B. frisch lackiertes Metallband hindurchgeführt, das gestrichelt dargestellt und mit dem Bezugszeichen 8 versehen ist. Die Bewegungsrichtung wird durch den Pfeil 9 angedeutet.

[0017] Im Bereich der Trockenzone 5 umfaßt das Gehäuse 1 einen Außenmantel 10 und einen Innenmantel 11, die gemeinsam einen Zwischenraum 12 begrenzen. Der Zwischenraum 12 wird in einer in der Zeichnung nicht dargestellten Weise von Kühlluft durchströmt, die in der Nähe der Einlaßöffnung 2 zugeführt und in der Nähe der Zwischenwand 4 abgeführt wird. Der Innenmantel 11 bildet eine Art "Tunnel", durch welchen sich das zu trocknende Metallband 8 bewegt.

[0018] In Nischen 13 des Innenmantels 11 sind auf beiden Seiten des Bewegungswegs des Metallbands 8 Infrarot-Strahler 14 eingesetzt. Diese Infrarot-Strahler 14, die mit hoher Leistung betrieben werden, emittieren eine Strahlung im nahen IR-Bereich, d. h., mit einer Wellenlänge zwischen etwa 0,8  $\mu\text{m}$  und etwa 1,5  $\mu\text{m}$ . Die genaue Wellenlänge wird an das Beschichtungsmaterial in einer Weise angepaßt, die weiter unten näher erläutert wird.

[0019] Die Infrarot-Strahler 14 sind wassergekühlt; die hierfür erforderlichen Wasserleitungen sind in der Zeichnung aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt.

[0020] Aus dem Innenraum des Gehäuses 1 wird an verschiedenen Entnahmestellen 15 das dort befindliche Gemisch aus Luft und Lösemitteln über eine Sammelleitung 16 abgesaugt und einer in der Zeichnung nicht dargestellten thermischen Nachverbrennungsvorrichtung zugeführt. In jeder Zweigleitung, die eine Entnahmestelle 15 mit der Sammelleitung 16 verbindet, befindet sich eine Regulierklappe 17, mit welcher der Durchsatz individuell eingestellt werden kann. Wie der Zeichnung zu entnehmen ist, liegen die Entnahmestellen 15 in der Nähe der Einlaßöffnung 2 der Trockenvorrichtung dichter beieinander als in der Nähe der Auslaßöffnung 3, da sich in der Nähe der Einlaßöffnung 2 mehr Lösemitteldämpfe entwickeln.

[0021] Die Lösemittel enthaltende Luft, welche über die Sammelleitung 16 abgeführt wird, wird in der thermischen Nachverbrennungsvorrichtung verbrannt; die so gereinigten Abgase werden in die Atmosphäre geleitet. In der thermischen Nachverbrennungsvorrichtung wird über einen Wärmetauscher Frischluft, die aus der Außenatmosphäre angesaugt wird, erhitzt und über eine Leitung 18 in das Innere des Gehäuses 1 in der Nähe der Einlaßöffnung 2 injiziert. Die hier eingebrachte Luft gleicht den Lufthaushalt im Innenraum des Gehäuses 1 aus und besitzt eine Temperatur, die über der Kondensationstemperatur der Lösemittel liegt, wodurch eine Rekondensation dieser Lösemittel an kälteren Gehäuseteilen vermieden wird.

[0022] In ähnlicher Weise wird die von der thermischen Nachverbrennungsvorrichtung erzeugte heiße Luft über eine Leitung 19 der Auslaßöffnung 3 der Trockenvorrichtung zugeleitet; sie dient hier im wesentlichen als Sperrluft zur Trennung der Atmosphäre des Innenraums der Abdunst-

zone 6 und von derjenigen einer nachgeschalteten Bearbeitungsstation, in welcher das getrocknete Metallband 8 beispielsweise abgekühlt wird.

[0023] Die Funktionsweise der beschriebenen Trockenvorrichtung ist wie folgt:

Das mit einer frischen, lösemittelhaltigen Beschichtung versehene Metallband 8 tritt über die Einlaßöffnung 2 in den Innenraum des Gehäuses 1 ein. Die über die Einlaßöffnung 2 dabei mit eintretende kühlere Luft aus der Außenatmosphäre wird durch die über die Leitung 18 zugeführte heiße Luft sofort auf eine Temperatur erwärmt, die ein Rekondensieren von Lösungsmitteln verhindert. Das Metallband 8 bewegt sich nunmehr in bei dieser Ausführungsform vertikaler Ausrichtung sukzessive an den verschiedenen Infrarot-Strahlern 14 vorbei, welche die gegenüberliegenden Flächen des Metallbands 8 bestrahlen. Die IR-Strahlung durchdringt dabei die Beschichtung zunächst von außen nach innen, wird an der metallischen Oberfläche des Metallbands 8 reflektiert und passiert sodann die Beschichtung ein zweites Mal. Die Wellenlänge der IR-Strahlung wird dabei auf das Material der Beschichtung so abgestimmt, daß möglichst die gesamte IR-Strahlung bei dem zweimaligen Durchgang durch die Beschichtung vollständig absorbiert wird, daß also möglichst wenig IR-Strahlung nach der Reflexion wieder aus der Beschichtung austritt. Die richtige Wellenlänge läßt sich also aus den Absorptionsbanden des Beschichtungsmaterials ermitteln.

[0024] Da die Absorption der IR-Strahlung überwiegend im Volumen der Beschichtung und nur zum kleinen Teil von deren Grund, also von der Oberfläche des Metallbands 8 her, erfolgt, kann das Austreiben des Lösemittels sehr rasch erfolgen. Eine vorherige Erwärmung des Metallbands 8, die ohnehin energetisch ungünstig ist, ist nicht erforderlich. Das Austreiben des Lösemittels geschieht sehr rasch auf einer sehr kurzen Wegstrecke, die das Metallband 8 hierzu zurücklegen muß. Gleiches gilt für den sich anschließenden Vernetzungsprozeß, der mit erheblich größerer Geschwindigkeit abläuft als bei Trockenvorrichtungen nach dem Stand der Technik. Die sich entwickelnden Lösemitteldämpfe werden insbesondere im Eingangsbereich der Trockenzone 5 über die dort befindlichen Entnahmestellen 15 abgesaugt und über die Sammelleitung 16 der Nachverbrennung zugeführt.

[0025] Wenn das so behandelte Metallband 8 über die Durchlaßöffnung 7 in der Trennwand 4 in die Abdunstzone 6 austritt, ist der Vernetzungsprozeß im wesentlichen abgeschlossen. Es entwickeln sich nur noch sehr wenige Dämpfe, die über die in der Nähe der Auslaßöffnung 3 im Innenraum der Abdunstzone 6 befindliche Entnahmestelle 15 abgesaugt werden können.

[0026] Das fertig getrocknete Metallband 8 verläßt das Gehäuse 1 der Trockenvorrichtung mit vernetzter Beschichtung durch die heiße Sperrluft in der Auslaßöffnung 3 und kann sodann abgekühlt und aufgewickelt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Trocknen und/oder Vernetzen einer lösemittelhaltigen Beschichtung eines Metallbands, bei dem das beschichtete Metallband durch eine Trockenvorrichtung geführt wird, in der es mit einer Energieform beaufschlagt wird, die sich in der Beschichtung und/oder dem Metallband in Wärme umsetzt, und in deren Innenraum ein Gas eingeleitet wird, dessen Temperatur über der Kondensationstemperatur des Lösemittels liegt, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieform Infrarotstrahlung ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, daß die Wellenlänge der Infrarotstrahlung zwischen etwa 0,8  $\mu\text{m}$  und etwa 1,5  $\mu\text{m}$  liegt.

3. Vorrichtung zum Trocknen und/oder Vernetzen einer lösemittelhaltigen Beschichtung eines Metallbands mit

- a) einem Gehäuse, durch welches das beschichtete Metallband von einer Einlaßöffnung zu einer Auslaßöffnung hindurchbewegt wird;
- b) mindestens einer im Innenraum des Gehäuses in der Nähe des Bewegungswegs des Metallbands angeordneten Quelle einer Energieform, die sich in dem beschichteten Metallband in Wärme umsetzt;
- c) einer Einrichtung, mit welcher Gas, dessen Temperatur über der Kondensationstemperatur des Lösemittels liegt, in den Innenraum des Gehäuses einleitbar ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

- d) die Energiequelle (14) zur Abgabe von Infrarotstrahlung ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Energiequelle (14) zur Abgabe von Infrarotstrahlung mit einer Wellenlänge zwischen etwa 0,8  $\mu\text{m}$  und etwa 1,5  $\mu\text{m}$  ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (1) einen Außenmantel (10) und einen Innenmantel (11) umfaßt und die Energiequelle (14) in einer Nische (13) des Innenmantels (11) angeordnet ist.

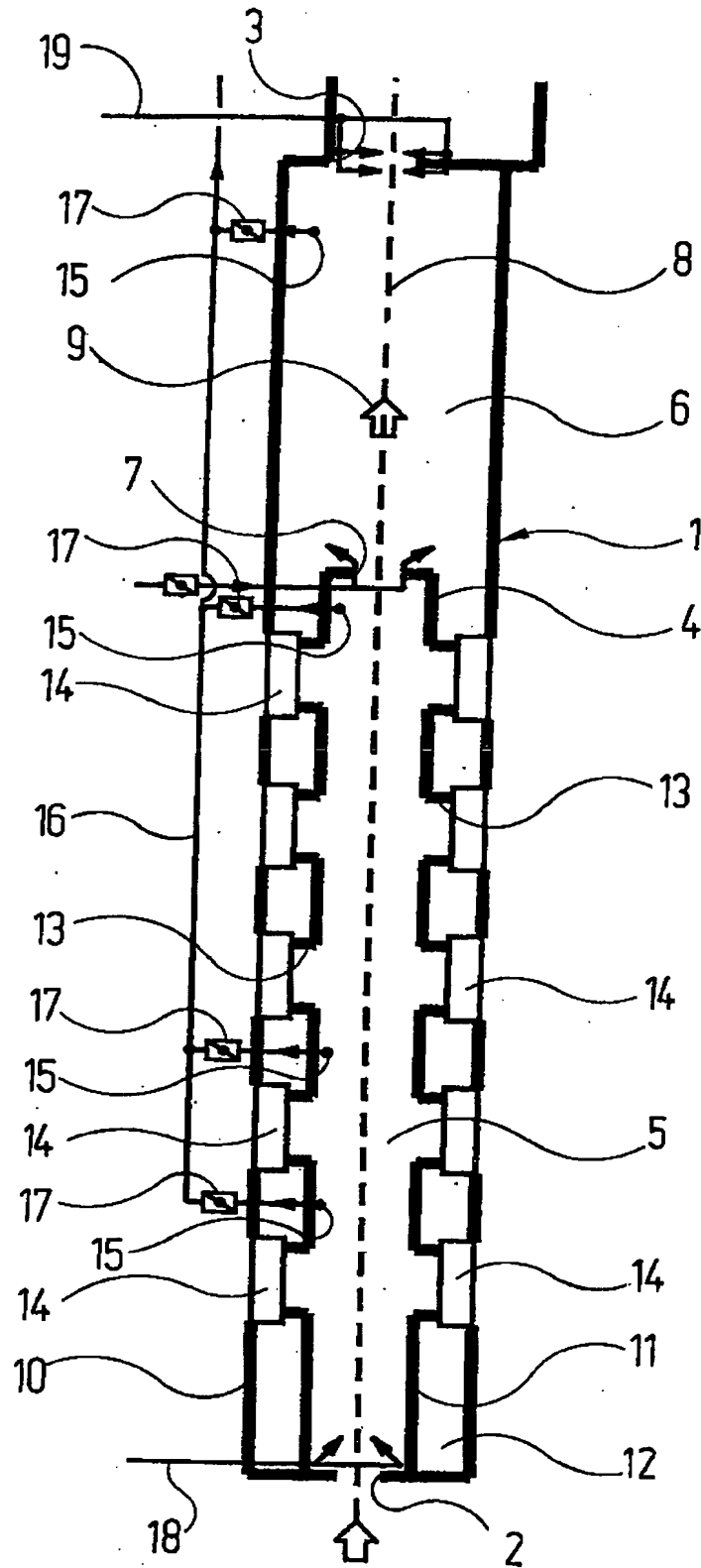
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß beidseits des Bewegungswegs des Metallbands (8) mindestens eine Energiequelle (14) angeordnet ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**